



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE CIENCIAS



"AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

Piura, 05 de noviembre del 2015

OFICIO MÚLTIPLE N° 029-2015-D.FC-UNP

Señor Dr.

HIPÓLITO TUME CHAPA

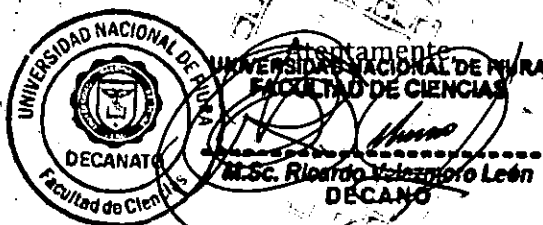
Director del Instituto de Investigación y
Promoción para el Desarrollo

PRESENTE

Tengo a bien dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo, y hacerle llegar un ejemplar de la tesis titulada **"ESTUDIO DE EVIDENCIAS HEMATOLÓGICAS IMPREGNADAS EN CRÁNEOS DE CADAVERES DE SUS SCROFA DOMÉSTICA "CERDO" EN PIURA - PERÚ.2014"**, presentada por la señorita Bachiller **KARY NOHEMI YPANAQUE SERNAQUE**, y un CD conteniendo el indicado trabajo.

La que pongo a su disposición como aporte al conocimiento, la investigación y al desarrollo cultural, profesional e institucional.

Hago propicia la ocasión para renovar a usted mi especial deferencia.



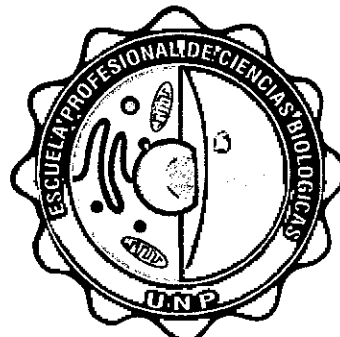
Dist.: Biblioteca Central,
Biblioteca Especializada,
Instituto Investigación,
C. C.: Archivo.

Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla
PIURA - PERU

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**“ESTUDIO DE EVIDENCIAS HEMATOLÓGICAS IMPREGNADAS
EN CRÁNEOS DE CADÁVERES DE *Sus scrofa domestica*
“CERDO” EN PIURA - PERÚ. 2014”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
BIÓLOGO**

Br. KARY NOHEMI YPANAQUE SERNAQUE

**PIURA - PERÚ
2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**“ESTUDIO DE EVIDENCIAS HEMATOLÓGICAS IMPREGNADAS
EN CRÁNEOS DE CADÁVERES DE *Sus scrofa domestica*
“CERDO” EN PIURA - PERÚ. 2014”.**

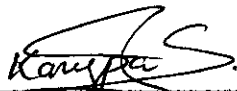
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO**

Br. KARY NOHEMI YPANAQUE SERNAQUE

PIURA – PERÚ

2015

Tesis presentada como requisito para optar el título de Biólogo.



Br. Kary Nohemí Ypanaqué Sernaqué
Ejecutor de la Tesis



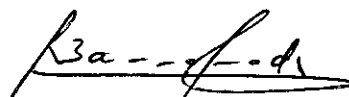
Mclgo. Jaime Napoleón Fernández Ponce
Asesor



Esp. Mg. Juan Rodolfo Vila Carbajal
Coasesor



Mclgo. César Augusto Torres Díaz
Presidente



Blgo. Robert Barrionuevo García
Secretario



Blgo. Juan Agapito Martínez Mendoza
Vocal

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a Dios por tantas bendiciones que me ha otorgado a lo largo de la vida. Por las oportunidades que me ha concedido, por brindarme la fuerza, sabiduría, paciencia y perseverancia para finalizar con éxito el presente trabajo a pesar de los tropiezos que se presentaron en el camino.

A mis padres, infinitas gracias, porque más allá de darme la vida, han dado su vida por darme las mejores oportunidades para ser una mujer feliz. Por apoyarme siempre y ser los pilares en todos los aspectos de mi vida. Por inculcarme principios y valores, que me han permitido alcanzar mis metas y buscar cada día ser una mejor persona. Gracias por tanto amor incondicional.

A mis hermanos Saly y Fabricio y a mi hijo Gabriel. A ustedes que han compartido conmigo tantos momentos de mi vida, gracias por su cariño, por apoyarme y por su ayuda y paciencia.

A mi asesor quien en vida fue profesor Blgo. Wilder Rodríguez Arteaga M. Sc. (Q.E.P.D), por su constancia, paciencia, sabios consejos y por su apoyo incondicional a lo largo del tiempo que me pudo acompañar en el proceso de este trabajo. Además gracias por las enseñanzas brindadas a lo largo de mis años de estudio.

Al profesor Mcbglo. Jaime Napoleón Fernández Ponce por haber aceptado gentilmente apoyarme como asesor en el resto del proceso de mi trabajo, por su tiempo, por impartir sus conocimientos, por sus consejos. E igualmente por las enseñanzas brindadas a lo largo de mis años de estudio.

A mis coasesores Esp. Odontólogo Forense Mg. Juan Rodolfo Vila Carbajal y Blgo. Forense Msc. Herbert Gómez Nunura por sus consejos, apoyo, colaboración, por su voluntad para que se realice este trabajo y así mismo lograr finalizarlo.

INDICE

	PÁG.
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIAL Y METODOS.....	6
1. Unidad De Análisis.....	6
2. Obtención de Muestras.....	6
3. Transporte de la Muestra.....	7
4. Análisis de la Muestra.....	7
5. Análisis e Interpretación de los Datos.....	9
III. RESULTADOS.....	10
IV. DISCUSION.....	19
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. RECOMENDACIONES.....	26
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	27
VIII. ANEXOS.....	30

INDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla N° 01: Datos del área de lesión ósea y medidas de reacción Bluestar.....	10
Tabla N° 02: Datos estadísticos descriptivos.....	30
Tabla N° 03: Correlación de Pearson.....	30

INDICE DE FIGURAS

Fig.	Pág.
Figura N° 01: Posición del cráneo N° 02 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.....	11
Figura N° 02: Cráneo N° 02 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.....	12
Figura N° 03: Posición del cráneo N° 03 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar	12
Figura N° 04: Cráneo N° 03 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.....	13
Figura N° 05: Posición del cráneo N° 07 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.....	13
Figura N° 06: Cráneo N° 07 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.....	14
Figura N° 07: Posición del cráneo N° 09 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.....	14
Figura N° 08: Cráneo N° 09 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.....	15
Figura N° 09: Posición del cráneo N° 12 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.....	15
Figura N° 10: Cráneo N° 12 de <i>Sus scrofa domestica</i> "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.....	16
Figura N° 11: Gráfico de Dispersión o Grafico de Correlación y Coeficiente de determinación (R2).....	17
Figura N° 12: Instalaciones del Camal Municipal de Piura.....	31
Figura N° 13: Instrumento con el que se aplicaron los golpes contusos.....	31
Figura N° 14: Corral donde se encuentran los cerdos antes de ser sacrificados.....	32

Figura N° 15: Comba, instrumento con el que se aplicaron los golpes contusos.....	32
Figura N° 16: Cabezas de cerdo en las Instalaciones de la Morgue.....	33
Figura N° 17: Verificando la fractura en las cabezas de Cerdo.....	33
Figura N° 18: Cabezas de cerdo donde se observa la fractura.....	34
Figura N° 19: Cajas en las que se colocaron las cabezas para simular la inhumación.....	34
Figura N° 20: Cabeza de <i>Sus scrofa domestica</i> .en la caja de madera.....	35
Figura N° 21: Cabeza de <i>Sus scrofa domestica</i> .en la caja de madera.....	35
Figura 22: Lugar donde se realizó la inhumación perteneciente al Departamento de Ciencias Biológicas.....	36
Figura N° 23: Inhumación de las cabezas de <i>Sus scrofa</i> <i>domestica</i>	36
Figura N° 24: Exhumación de las cabezas de <i>Sus scrofa</i> <i>domestica</i>	37
Figura N° 25: Observación de los restos óseos en el momento de la exhumación.....	37
Figura N° 26: Cráneos de <i>Sus scrofa domestica</i> lavados.....	38
Figura N° 27: Restos óseos de <i>Sus scrofa domestica</i> secos.....	38
Figura N° 28: Kit de Reactivo Bluestar Forensic.....	39

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Universidad Nacional de Piura en el terreno que se encuentra al costado del laboratorio de Bioquímica, perteneciente al Departamento de Ciencias Biológicas; en donde se inhumano las muestras que obtuvimos del Camal Municipal de Piura, para después de 6 meses proceder a exhumar los restos cadavéricos y ser conducidos a las instalaciones del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Perú en su sede local la División Médico Legal II de Piura.

Se estudió 15 cabezas de *Sus scrofa domestica* "Cerdo"; en el sacrificio se verifico la intensidad y forma del golpe advirtiéndole que sea la misma persona que ejecute la comba para asegurarnos que la fuerza sea similar en todas las muestras de estudio y siguiendo todos los parámetros de la bioética y ética animal. Para determinar si un golpe contuso aplicado en una zona de tejido blando de la cabeza de un cerdo *revela* una *impregnación hemática* en el tejido óseo del cráneo ubicado debajo de la zona de impacto del golpe después de 6 meses se aplicó el cálculo de la correlación de Pearson, en donde se comparó el área de cada hallazgo con el área de impacto del objeto empleado para ocasionar los golpes contusos. Esto tuvo como finalidad comprobar matemáticamente si es que las impregnaciones hemáticas que se observan en el tejido óseo guardan correlación directa con los golpes contusos que recibieron los animales. Los golpes se evidenciaron a través de fotos digitales de los cráneos secos con y sin la aplicación de Bluestar Forensic. Las medidas se realizaron a través de las fotos con el software Adobe Photoshop Extended. Las mediciones obtenidas se analizaron empleando el software SPSS 22 y el software Statgraphics Centurion XVI.

La correlación entre ambas variables es de 0.953, esto indica que hay una correlación fuerte y positiva entre ambas variables.

Se determinó la presencia de impregnación hemática en el tejido óseo de la cabeza del cerdo, mediante el reactivo Bluestar Forensic después de 6 meses.

ABSTRACT

This research was conducted at the National University of Piura in the field that is the side of the Biochemistry Laboratory within the Department of Biological Sciences; where samples we obtained the Municipal Camal of Piura, to after 6 months proceed to exhume the cadaverous remains and be taken to the premises of the Institute of Legal Medicine and Forensic Sciences of Peru in your local is the Forensic Medicine Division II inhuman Piura.

15 heads of Swine "Pig" was studied; in the sacrifice the intensity and shape warning strike was verified to be the same person who carries out the rope to ensure that the force is similar in all study samples and following all parameters of bioethics and animal ethics. To determine whether a blunt blow applied in an area of soft tissue of a pig's head reveals a hematic impregnation skull bone tissue located under the area of impact of the blow after 6 months calculating the correlation applied Pearson, where each discovery area with the impact area of the object used to cause the contusions were compared. This aimed to mathematically verify if hematological impregnations observed in bone tissue have a direct correlation with receiving contusions animals. The blows were demonstrated through digital photos of dry skulls with and without the application of Bluestar Forensic. Measurements were made through photos with Adobe Photoshop Extended software. Measurements obtained were analyzed using SPSS 22 software and the software Statgraphics Centurion XVI.

The correlation between the two variables is 0.953, indicating that there is a strong positive correlation between the two variables.

Hematic the presence of impregnation was determined in bone tissue of the pig's head by Bluestar Forensic reagent after 6 months.

I.- INTRODUCCION

La evidencia es un término bastante usado a nivel policial, se considera evidencia a toda prueba que puede servir para establecer la verdad dentro de un hecho delictivo, cualquier clase de material o medio que confirma o aclara la verdad; en tal sentido la evidencia hematológica es el análisis realizado a la huella, rastro de sangre encontrado (Quintanilla, 2011).

Siendo así utilizado en la mayoría de los casos el investigador encontrará el indicio "sangre", sobre todo cuando ha habido violencia y la víctima o el victimario han sangrado, debido a su amplitud identificatoria a la hora de esclarecer un hecho. Desde el punto de vista criminalístico la sangre es estudiada por la hematología forense, la cual se divide en: morfología, serología y bioquímica (Matthew, 2008).

Las pruebas de orientación tienen valor como ensayos de orientación, pero no aseguran la presencia de sangre. Los ensayos preliminares son pruebas rápidas y basadas en la actividad de la peroxidasa que posee el grupo hemo de la hemoglobina de la sangre y que, en presencia de agua oxigenada y de ciertos reactivos orgánicos dan lugar a la aparición de coloraciones o luminiscencia que orientan sobre la posible existencia de sangre en las muestras analizadas. Si el resultado de los ensayos preliminares es negativo, la mancha no contiene sangre en cantidades detectables como para permitir su posterior análisis. Si el resultado es positivo, se requiere continuar con los ensayos para confirmar su presencia (Donell, 2005).

La impregnación hematológica es la introducción de las moléculas de sangre entre las moléculas de un cuerpo sin que se combinen entre sí. Es decir la mancha de sangre penetra la superficie y la impregna. Se produce cuando la mancha de sangre traspasa la textura del soporte (Quintanilla, 2011).

La investigación forense tiene un pequeño aliado desde hace casi un siglo: el luminol. Esta simple molécula ha ayudado a resolver muchos crímenes por su peculiaridad de emitir luz en contacto con pequeños restos de sangre. La aplicación de esta solución sobre una superficie en la que se presume que hay restos de sangre produce una reacción quimioluminiscente. Esta prueba permite detectar trazas de sangre, lo cual ayuda en el proceso que conduce a descubrir el posible móvil del asesinato (Cedron, 2011).

En 1966, Weber propone su mezcla para el Luminol: hidróxido de sodio o potasio en un medio hidratado de agua destilada y peróxido de hidrogeno, dando como resultado un Luminol que aunque termolábil (sensible a cambios de temperatura), y de una vida útil muy corta; ofrece una reacción luminosa que se puede fotografiar o filmar por una cámara de visión nocturna en total oscuridad. (www.cienciaforense.cl).

Hoy en día, hay dos variantes de obtención de Luminol aplicable a la investigación, por un lado la forma casera mediante la fórmula de Weber, por otro lado la forma comercial mediante los distintos preparados y presentaciones. La marca más conocida actualmente es Bluestar Forensic, desguinda principalmente por haber eliminado parte del atraso en la reacción, por la facilidad en el manejo del producto en comprimidos y líquidos en envases idóneos para su uso y almacenamiento (Dawn & col, 2006).

Los principales componentes capaces de catalizar esta reacción para emitir luz son el hemo y peroxidasa. Hemo es una estructura bioquímica que forma parte integrante de la peroxidasa. Esta estructura es igualmente presente en la hemoglobina. De esta manera, la presencia de hemoglobina por lo tanto de la sangre puede ser revelada mediante el aprovechamiento de la capacidad del grupo hemo para catalizar la propiedad quimioluminiscente del luminol. En otras palabras, una mezcla de luminol más agente más agente alcalino oxidante, cuando se coloca en contacto con la sangre, emitirá luz (www.bluestar-forensic.com).

En la escena del crimen no siempre hay evidencia visible de sangre. Alguien podría, por ejemplo, limpiar el sitio con el fin de encubrir lo que pasó. Sin embargo, para nuestra suerte y expertos, luminol reacciona con cantidades muy bajas de sangre. Su sensibilidad puede alcanzar impresionante 1/100000, incluso en zonas con baldosas, de cerámica o de madera, que haya sido lavada. La eficacia del producto es tan grande que es posible detectar sangre, incluso si ya han pasado seis años desde la ocurrencia del delito. La reacción química no afecta a la cadena de ADN producido, lo que permite el reconocimiento delincuentes o víctimas. Por lo tanto, se recomienda para lugares donde hay sospecha de asesinato y superficies que aparentemente no presentan rasgos sangre (Chemello, 2007).

Todos los huesos están íntimamente rodeados por una capa de tejido conjuntivo denso irregular el periostio sumamente vascularizada e innervada. Esta capa se adhiere fuertemente a la superficie externa de los huesos mediante haces de fibras colágenas denominadas fibras de Sharpey, que se introducen en forma perpendicular desde el periostio hacia las laminillas más externas del hueso denso o compacto (Montalvo, 2010).

Las heridas por contusión son las lesiones producidas por el contacto violento con cualquier objeto romo, es decir, sin punta y sin filo, con la suficiente fuerza que supere la resistencia de la piel, logrando desgarrarla (Hoke & col, 2013).

La lesión o herida contusa propiamente dicha es la solución de continuidad en la piel y tejidos subyacentes que se produce cuando la violencia ejercida vence la resistencia elástica de los tejidos. La violencia puede ejercerse de afuera hacia adentro por golpe o choque o de adentro hacia afuera cuando se produce una fractura. Los caracteres esenciales de este tipo de lesión son el aspecto, retracción e infiltración hemática de los bordes que conforman la lesión (Patitó, 2000).

La putrefacción es el proceso de descomposición de los tejidos orgánicos por acción microbiana. La estimación del tiempo de muerte y el motivo por el cual murió, en cuerpos descompuestos es extremadamente difícil debido a las circunstancias individuales y particulares del ambiente donde el cuerpo se encuentra. Los factores que modifican la putrefacción son la presencia o ausencia de bacterias, la temperatura del ambiente y el medio en el que reposa el cuerpo (Carrera, 2008)

La Fotografía Forense como tiene como propósito obtener un documento objetivo e imparcial, fijo e inmutable, en el cual se aprecia el más insignificante detalle que hubiera pasado desapercibido al ojo humano. La Fotografía se convierte así, en exacta y precisa, un elemento auxiliar valiosísimo en la investigación científica de los delitos (Sanquiché, 2013)

Las fotografías para evidencia se pueden tomar con una cámara común y película común eliminando, así la necesidad de equipo sofisticado. Todo lo que se requiere es una habitación oscura con luz difusa. Se prefiere la luz difusa natural antes que una luz artificial, que produce fotografías amarillentas o verdosas. Se debe evitar usar flash detrás del fotógrafo debido a que la oscuridad total es difícil de lograr y es peligroso para que el técnico se desplace. El técnico debe colocar la cámara sobre un trípode preferiblemente antes de tratar el área sospechada con el fin de evitar rociar en exceso (www.bluestar-forensic.com).

Por ello es posible, que midiendo el área de reacción de luminol y el área de lesión contusa encontramos que existe correlación entre ambas mediciones, y por lo tanto inducir que hay una correlación entre la lesión contusa y la impregnación hemática. El coeficiente de correlación de Pearson se aplica en diseños de investigación en los que a un único grupo de individuos se les han medido simultáneamente dos variables cuantitativas continuas. Permite identificar la forma en que se asocian las dos variables cuantitativas continuas (Reynaga, 2006)

El objetivo del presente trabajo fue determinar si un golpe contuso aplicado en una zona de tejido blando de la cabeza de un cerdo revela una impregnación hemática en el tejido óseo del cráneo ubicado debajo de la zona de impacto del golpe después de 6 meses.

II. MATERIAL Y METODOS

1. Unidad De Análisis

Se usaron cabezas de cerdo adultos sacrificados en el Camal Municipal de Piura (Anexo Figura 12), estos animales recibieron golpes con comba (Anexo Figura 13). Es necesario indicar con fines bioéticos que estos golpes son usuales en el sacrificio de estos animales, y por tanto no se ha causado un sufrimiento adicional al que suelen recibir este tipo de animales durante su sacrificio.

2. Obtención de Muestras

Consideramos como muestra universal a 15 cabezas de cerdos adultos (Anexo Figura 14), sacrificados mediante un golpe contuso aplicados con la misma comba (Anexo Figura 15) con medidas de aproximadamente 5 cm de diámetro y 70 cm largo de mango aproximadamente, por la misma persona y el mismo día; siguiendo la técnica tradicional utilizada en el Camal Municipal de Piura. No consideramos el sexo de los animales.

Los golpes se ubicaron en el hueso frontal a nivel de la línea media, seleccionando aquellos especímenes que recibieron un solo impacto directo que provocó fractura aguda y crepitación ósea. El tipo de golpe y la forma de éstos mantuvieron un patrón de fuerza aplicada similar en

todos los casos, se verificó que sea la misma persona quien aplicó los golpes al animal en todos los casos.

3. Transporte de la Muestra

Las muestras fueron transportadas a la morgue central de Piura ubicada dentro de las instalaciones de la División Médico Legal II Piura, para ser internadas en la cámara frigorífica y su respectivo análisis. (Anexo Figura 16).

Después que se verificó la presencia de fractura y hematomas en las cabezas (Anexo Figura 17 y 18), estas fueron colocadas en cajas de madera (Anexo Figura 19 y 20), y se transportaron en un vehículo hacia la Universidad Nacional de Piura para ser inhumadas (Anexo Figura 21) por un tiempo de 6 meses a metro y medio de profundidad en un terreno perteneciente al Departamento de Ciencias Biológicas, que se encuentra cerca al Laboratorio de Bioquímica (Anexo Figura 22).

4. Análisis de la Muestra

Se realizó un examen inicial siguiendo los procedimientos estandarizados para las necropsias de cadáveres en las cabezas de los cerdos, corroborando la presencia de fractura y hematomas sobre y alrededor del área de impacto (Anexo Figura 17 y 18).

Después de 6 meses se realizó la exhumación de las cabezas de cerdo (Anexo Figura 23), al ser abiertas las cajas de madera se evidencio su estado de descomposición, sin fauna cadavérica (Anexo Figura 24). Siendo llevados a la División Médico Legal de Piura en donde se le retiro todo tejido blando y lavado con agua a chorro, para después dejarse secar; todo se realizó dentro de la morgue (Anexo Figura 25, 26 y 27). Una vez secas se procedió a preparar el reactivo Bluestar Forensic mediante la introducción de la tableta beige 1 A (Hidróxido de Sodio) y la tableta blanca 1 B (Peróxido de Sodio) en un dispensador con agua destilada 125 ml. químicamente pura desmineralizada desionizada, siendo disuelta (pastilla y catalizador) que conforma el kit (Anexo Figura 28). Una vez disueltos los comprimidos se aplicó en el área indicada (Figura 1, 3, 5, 7, 9). El resultado de este procedimiento se perennizó mediante la fotografía forense, y se empleó una cámara digital con opción manual, en la que se eligió como tiempo de exposición = 15 segundos, longitud focal = 6 mm, Abertura = F/4, ISO = 400. Las fotografías se tomaron de forma perpendicular, con trípode y en oscuridad total y con testigo métrico forense (Figura 2, 4, 6, 8, 10). (Bevel & Gardner, 2009).

Cabe señalar que la toma fotográfica fue ejecutada por un perito Biólogo Forense experto en fotografía forense y en los ambientes del servicio de Biología Forense de la División Médico Legal II de Piura.

5. Análisis e Interpretación de los Datos

Los datos obtenidos se expresaron cuantitativamente, mostrando los hallazgos por cada muestreo, en una tabla (Tabla N° 01) donde indica el tamaño en centímetros cuadrados de la zona que reacciona con el reactivo Bluestar. Las medidas se realizaron a través de las fotos con el software Adobe Photoshop Extended.

Se aplicó el cálculo de la correlación de Pearson, en donde se comparó el área de cada impacto del objeto empleado para ocasionar los golpes contusos, con el área que reacciona con el reactivo Bluestar Forensic.

Esto tuvo como finalidad comprobar matemáticamente si es que las impregnaciones hemáticas que se observan en el tejido óseo guardan correlación directa con los golpes contusos que recibieron los animales. Estos análisis estadísticos se realizaron empleando el software SPSS 22. (Tabla N° 03).

Se encontró el coeficiente de determinación para predecir el posible resultado. Se realizó un gráfico de dispersión o gráficos de correlación para saber el comportamiento de una variable con respecto a la otra. Estos análisis estadísticos se realizaron empleando el programa Statgraphics Centurion XVI. (Figura N° 11).

III. RESULTADOS

III.1. Medidas:

Se realizaron mediciones utilizando el testigo métrico (regla) que se observa en las fotos forenses. La medición se realizó en las fotos debido a que la reacción tan solo dura 30 segundos, por lo que es necesario hacer la medición de forma posterior.

TABLA N° 01: Área de Lesión Ósea y del Área de Reacción Bluestar.

N° Cabezas	AREA LESION OSEA (cm ²)	AREA REACCION BLUESTAR (cm ²)
1	25,00	8,00
2	31,00	11,00
3	28,00	13,00
4	15,00	4,00
5	18,00	6,00
6	23,00	8,00
7	21,00	7,00
8	16,00	5,00
9	25,00	9,00
10	22,00	8,00
11	28,00	9,00

12	15,00	5,00
13	10,00	3,00
14	25,00	8,00
15	0,00	0,00

En la tabla N° 01 se observan los datos obtenidos de las mediciones realizadas en el Área de lesión ósea y en el Área que reacciona con el reactivo Bluestar. El Área de lesión ósea tiene un rango desde 10 cm² la menor medida de lesión ósea hasta 31 cm² la mayor medida de la misma. El área de reacción de Bluestar tiene un rango de 3 cm² la menor medida de reacción de Bluestar y 13 cm² la mayor medida de la misma.

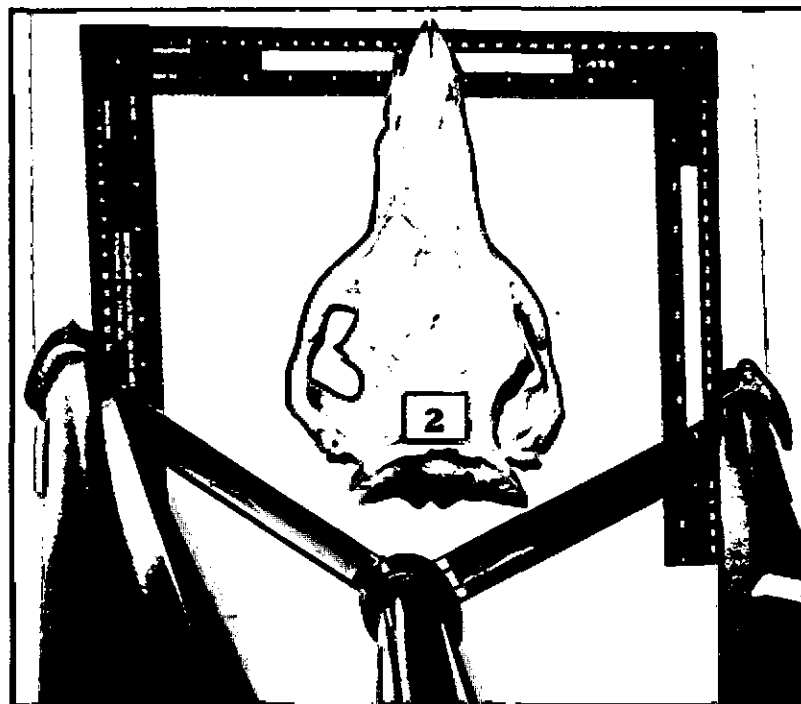


Figura N° 01: Posición del cráneo N° 02 de *Sus scrofa domestica* "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.

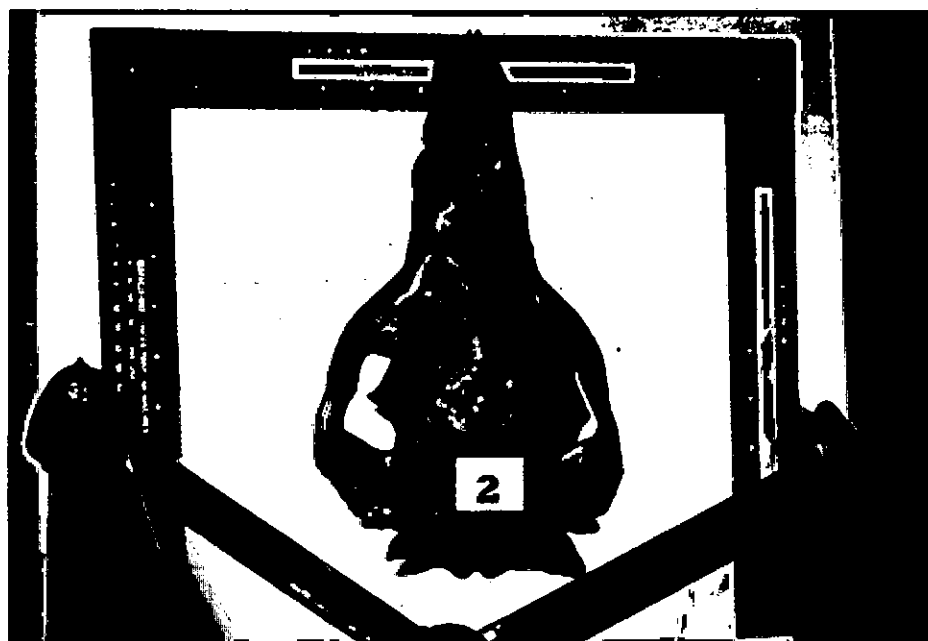


Figura N° 02: Cráneo de N° 02 *Sus scrofa domestica* "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.

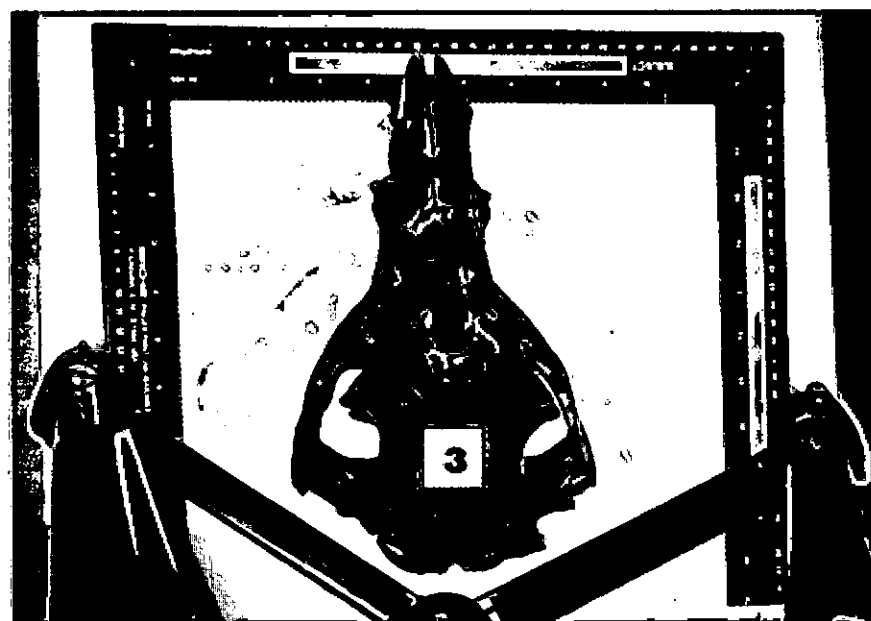


Figura N° 03: Posición del cráneo N° 03 de *Sus scrofa domestica* "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.



Figura N° 04: Cráneo N° 03 de *Sus scrofa domestica* "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.

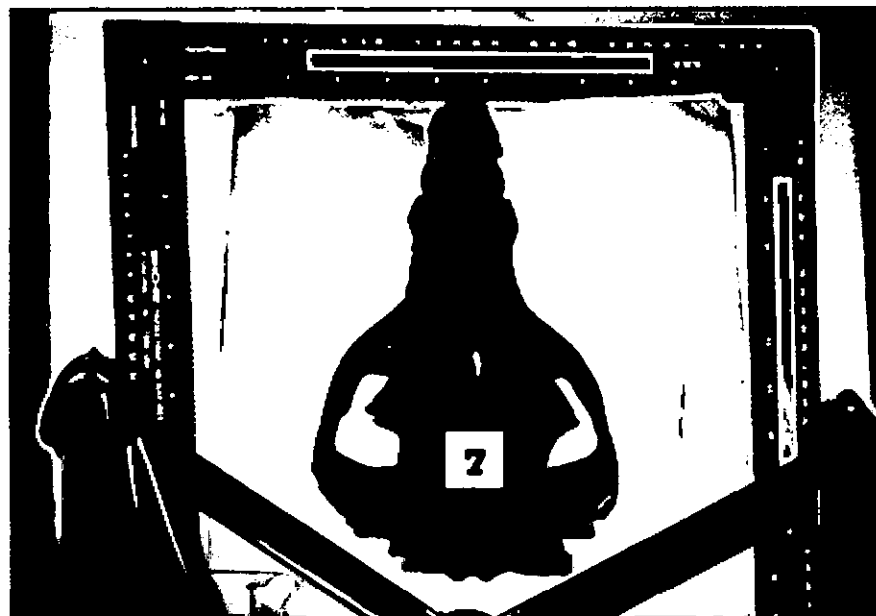


Figura N° 05: Posición del cráneo N° 07 de *Sus scrofa domestica* "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.

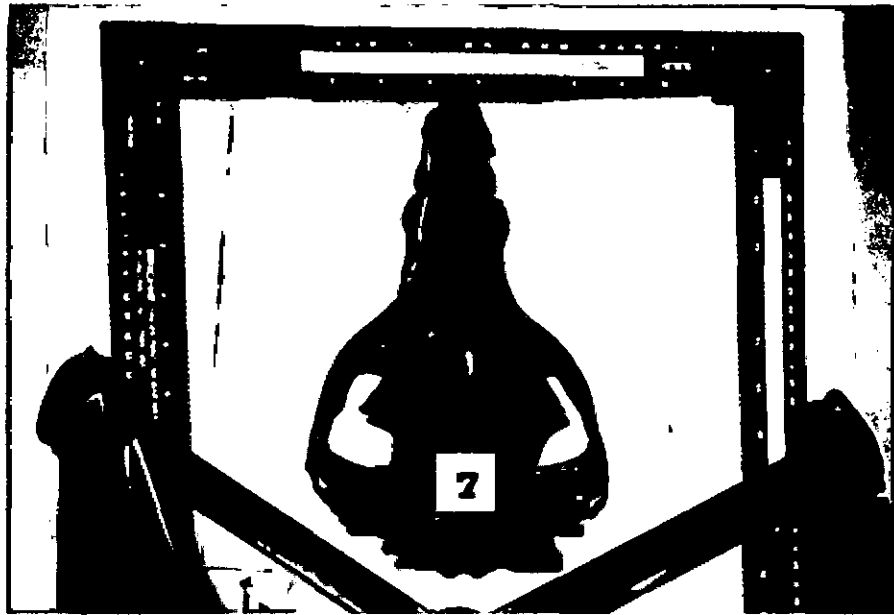


Figura N° 06: Cráneo N° 07 de *Sus scrofa domestica* "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.

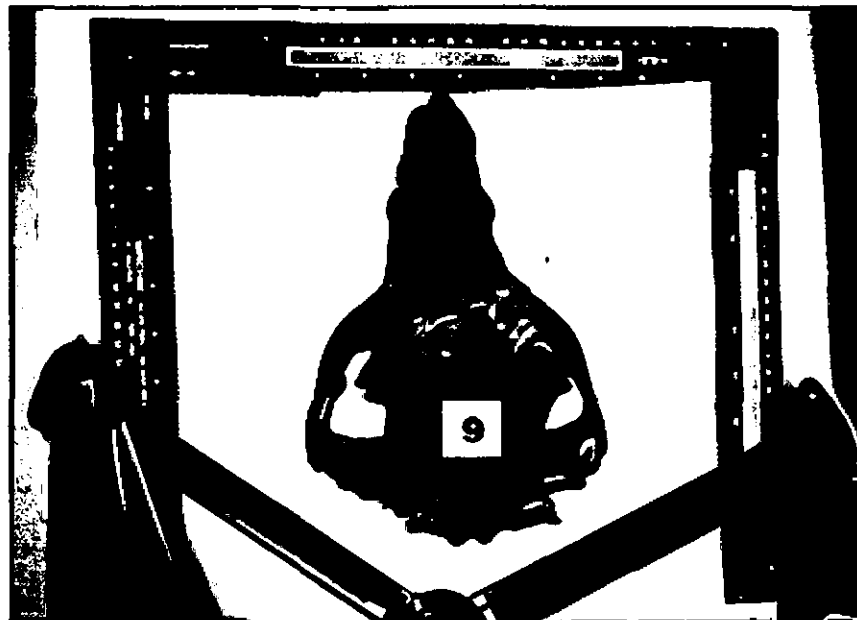


Figura N° 07: Posición del cráneo N° 09 de *Sus scrofa domestica* "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.

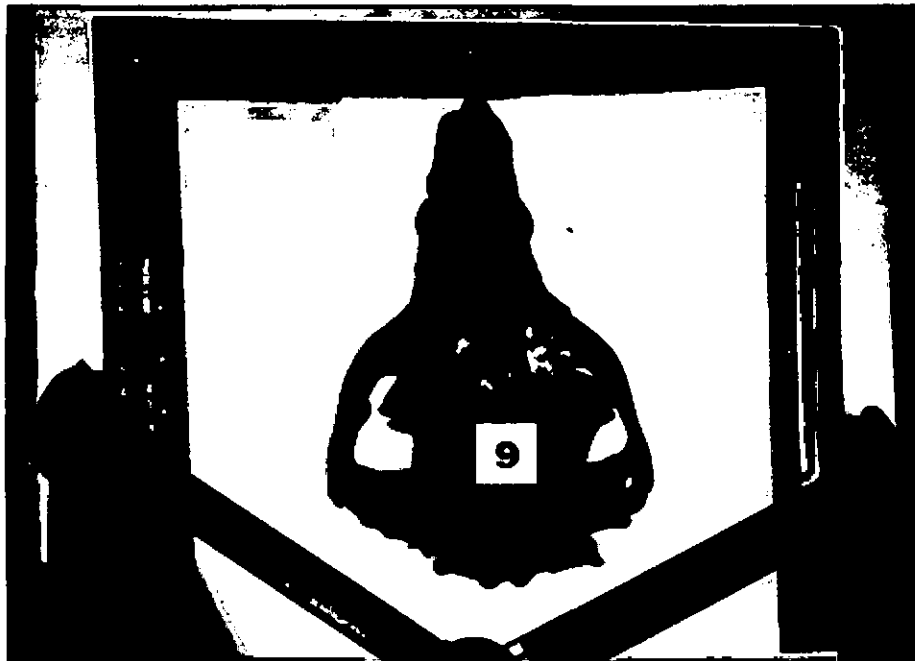


Figura N° 08: Cráneo N° 09 de *Sus scrofa domestica* "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.



Figura N° 09: Posición del cráneo N° 12 de *Sus scrofa domestica* "cerdo" para la prueba con el Reactivo Bluestar.

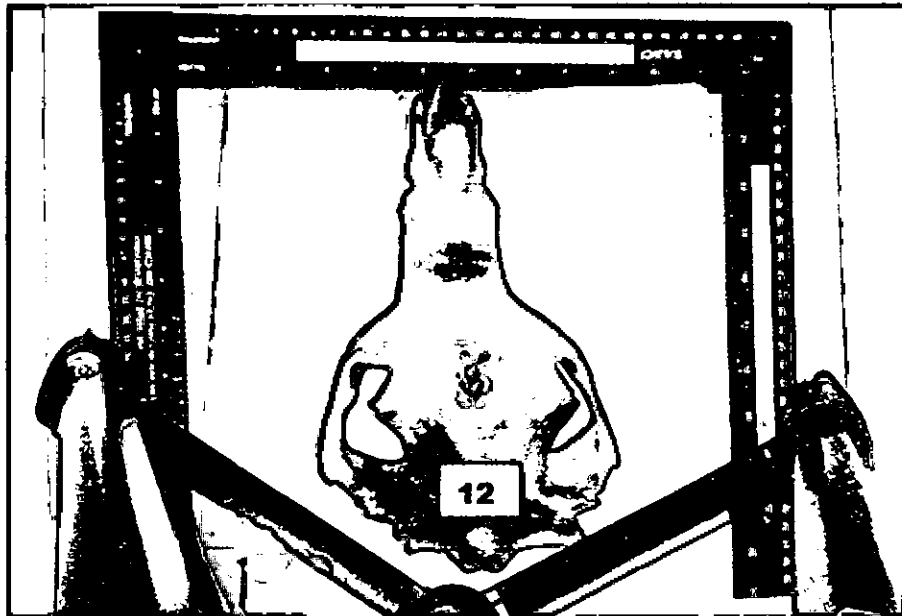


Figura N° 10: Cráneo N° 12 de *Sus scrofa domestica* "cerdo", resultado de la reacción con el Reactivo Bluestar.

III.2. Análisis Estadísticos:

Se encuentran datos estadísticos descriptivos correspondientes al Área de lesión ósea (cm^2) y al Área de reacción de Bluestar (cm^2). La muestra general de estudio fue de 15 cráneos para las dos áreas. El Área de lesión ósea tiene como valor mínimo 0 y valor máximo 31, un promedio de 20.1333, desviación estándar de 8.05211, varianza de 64.838 y asimetría de -1.092 con un error típico de 0.580. En el área de Reacción de Bluestar tiene valor mínimo 0, valor máximo 13, su promedio es de 6.9333, desviación estándar de 3.23964, varianza de 10.495 y asimetría de -0.295 con error típico de 0.580. (Anexo Tabla N°02).

III.3. Análisis de Correlación:

Se midió la correlación entre las áreas de la lesión a nivel óseo (cm^2) y el área de la reacción con Bluestar en hueso (cm^2) utilizando el programa SPSS 22 a fin de obtener el indicador de Pearson.

El resultado de la Correlación de Pearson entre el área de lesión ósea y el área de reacción del reactivo Bluestar la correlación es de 0.953, lo que indica que hay una correlación directa, lineal y positiva entre ambas variables.

Por lo tanto si hay relación entre un golpe contuso en la parte ósea del cráneo y la reacción que se produce con el reactivo Bluestar. . (Anexo Tabla N°03).

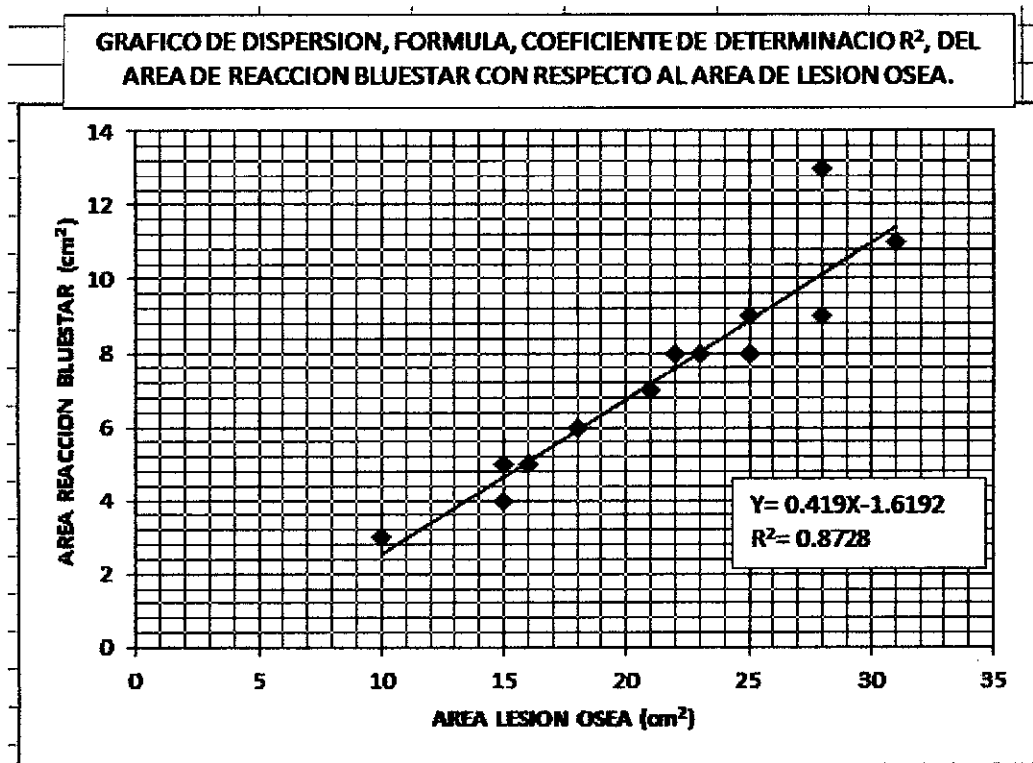


Figura N° 11: Grafico de Dispersión o Grafico de Correlación y Coeficiente de determinación (R^2)

En la Figura N° 11, gráfico de dispersión se observa la correlación entre ambas variables, la cual viene a ser positiva, es decir a mayor lesión, mayor es la reacción.

También se muestra el coeficiente de determinación (R^2) que es 0.8728, mide el grado de asociación lineal entre ambas variables, esta asociación debido a que próximo al 1 tiene alta asociación, ajuste casi perfecto y las variables depende funcionalmente.

Esto predice futuros resultados y prueba la hipótesis, es decir que las variables están altamente relacionadas la una con la otra.

IV. DISCUSION

En la investigación criminalística hay una gran diversidad de delitos y cada uno de ellos exige una muy particular forma de investigarlos, ya que plantean problemáticas diferentes. Se debe establecer las circunstancias de cómo ocurrieron los hechos, quién es el autor o autores, busca indicios, acumula pruebas, y posteriormente los pone a disposición de las autoridades encargadas de administrar justicia. (Moreno, 2002)

Es así, que en el proceso de establecer la causa de la muerte, es común encontrar cuerpos con tejidos blandos putrefactos, debido a este estado no se muestra evidencia de traumatismos, que pudieran ser la causa o el mecanismo de la muerte. Es por eso que en nuestra investigación se obtuvo un método confiable como es el de correlacionar un hallazgo hematológico en los restos óseos de cerdo producido por un golpe contuso y la evidencia que se logró con la aplicación del reactivo Bluestar Forensic; la correlación que se obtuvo entre ambas variables es de 0.953 para la muestra de estudio, lo que indica que hay una correlación lineal y positiva entre ambas variables, debido a que el resultado se encuentra en el rango indicado para la correlación de Pearson positiva que va de 0 a 1.

El coeficiente de correlación de Pearson, o familiarmente denominado Correlación, mide el grado de asociación lineal entre dos variables, es decir, hasta qué punto dos variables son proporcionales. Valores cercanos a 1 ó -1 indican una fuerte asociación lineal. Valores cercanos a 0 indican falta de asociación lineal. Si el coeficiente es positivo, indica asociación positiva entre las variables, es decir, valores altos de la variable X se corresponderán con

valores altos de la variable Y; igualmente, valores bajos de la variable X se corresponderán con valores bajos de la variable Y. (Rojo, 2006).

En la Correlación de Pearson que es de 0.953 se muestra la relación que hay entre ambas variables, esto debido a que el valor es cercano a 1 lo que indica que hay un alto grado de asociación lineal, a mayor lesión, mayor es la reacción. Si este valor hubiese sido cercano a 0 entonces no hubiera habido asociación. Por lo tanto si hay relación entre un golpe contuso en la parte ósea del cráneo y la reacción que se produce con el reactivo Bluestar.

La hematología forense en el estudio de la sangre utiliza también un método científico para comprobar sus hipótesis a través de la experimentación. Así tenemos que las técnicas de orientación tendrán como finalidad el de guiarnos en un análisis preliminar si la materia o sustancia de estudio es sangre o no, para que con posterioridad y atendiendo a los resultados obtenidos podamos recurrir a las técnicas de confirmación. (Donell, 2005).

Por ello es que en nuestra investigación se usó el Reactivo Bluestar Forensic, el cual es usado como una prueba de orientación para demostrar la presencia de sangre a través de la emisión de luz, además es un método validado por diferentes estudios científicos realizados anteriormente y es usado para las investigaciones de criminalística para la resolución de diferentes casos; debido a que es de vital importancia para lograr el esclarecimiento de casos y es fundamental que los investigadores cuenten con el conocimiento de técnicas disponibles para el análisis y estudio de estos.

El uso del luminol en impregnaciones hemáticas es ampliamente difundido, L. J. Blum, Philippe Esperanca, Stephanie Rocquefelte, revelan las propiedades del Bluestar, entre ellas la conservación del ADN. El Bluestar es un agente quimioluminiscente para la detección de manchas de sangre, que a la hora de su preparación no tiene riesgos para la salud y tampoco efectos mínimos para alterar el ADN. Obtuvieron con la mezcla de Bluestar la detección de sangre oculta en áreas de lavado, sin importar si el sustrato es poroso o cualquiera que sea el agente de limpieza utilizado, arrojando resultados positivos, la reacción de quimioluminiscencia se observó bajo condiciones de poca luz. (Blum, *et al*, 2006).

En la investigación se ha demostrado que es posible usar Bluestar Forensic para observar impregnaciones hematológicas aunque haya sido lavada o haya pasado cierto tiempo. Es por eso que los restos óseos de cerdo fueron sometidos a lavado para evitar que quede algún posible resto de tejido blando, además se observó que se mantiene la misma quimioluminiscencia si se vuelve a aplicar el reactivo. Es así que se puede afirmar que el reactivo Bluestar también puede demostrar la presencia de impregnaciones hematológicas en hueso.

Los principales componentes capaces de catalizar esta reacción para emitir luz son el hemo metales de transición y peroxidasa. Hemo es una estructura bioquímica que forma parte integrante de la peroxidasa. Esta estructura está presente igualmente en la hemoglobina. De esta manera, la presencia de hemoglobina, por lo tanto de la sangre puede ser revelada mediante el aprovechamiento de la capacidad del grupo hemo para catalizar la propiedad quimioluminiscente del luminol. En otras palabras, una mezcla de luminol más

agente más agente alcalino oxidante, cuando se coloca en contacto con la sangre, emitirá luz. (www.bluestar-forensic.com).

Asimismo, en la investigación se ha demostrado que si existe impregnación hematológica a nivel óseo, causada por un golpe contuso en la parte blanda del cuerpo, debido a que cuando se da un golpe puede producir una disrupción de la piel y esto produce una lesión hemorrágica e infiltraciones sanguíneas que se impregnan en el hueso es por ello que cuando se roció el Reactivo Bluestar Forensic, este reacciono positivamente debido a que se combinó en agua destilada químicamente pura Hidróxido de Sodio con Peróxido de Hidrogeno y esto hizo que, se oxide el Peróxido de Hidrogeno en el medio alcalino inducido por el Hidróxido de Sodio, en presencia de el catalizador, el Hemo, estructura presente en la hemoglobina, ósea en la sangre, lo que causo un estado excitación. Esto provoco la emisión de luz, que se apreció como un brillo azulado.

Estudios realizados por Castelló Ponce, M. Alvarez Segui, M. Miguel Feucht y F.A Verdú Pascual, analizan la sensibilidad del reactivo Bluestar para encontrar manchas de sangre invisibles, que han sido lavadas para tratar de eliminar los vestigios de esta. Los resultados demostraron que el reactivo Bluestar es muy eficaz para detectar indicios invisibles de sangre y manchas de estas que han sido lavadas hasta 10 veces. (Castelló, *et al*; 2002).

En nuestro trabajo, cuando se realizó la exhumación de los restos, estos se limpiaron y se lavaron bien para evitar que quede algún resto de tejido blando, se dejaron secar y luego se roció el reactivo Bluestar, y en efecto a pesar de

que se lavó bien se logró observar la reacción de quimioluminiscencia descrita por diversos autores.

La fuerza del golpe en los tejidos blandos rompe los capilares y los vasos de pequeño calibre, que sangran en el área vecina. El edema y los cambios de color de la piel se deben a la presencia de sangre en el tejido. El color de la piel cambia a medida que ésta se absorbe. Si el traumatismo no es lo bastante intenso para provocar una cantidad suficiente de hemorragia y hay acumulación de sangre en el lugar, puede formarse un hematoma. En las contusiones graves la alteración del tejido subyacente puede afectar a músculos, nervios, huesos, etc. Si existe afectación extensa puede llegar a producirse necrosis de los tejidos, aunque la piel aparezca íntegra en un primer momento. (Brunner, 2002).

Es por ello que en nuestro trabajo se eligieron individuos que tuvieron fractura en la zona que fue evaluada para observar el golpe contuso que fue producido por un objeto, es así que cuando se realizó el examen inicial que se realiza en todo proceso de necropsia se observó el área afectada como el tejido blando con edemas propios de haber recibido golpe, además del cambio de coloración del tejido blando propios de la presencia de sangre, esto manifiesta que a raíz del golpe se produjo ruptura de diferentes capilares así como del periostio presente en el hueso y después del tiempo previsto se aplicó en reactivo Bluestar Forensic se observó la impregnación de sangre en el mismo a través de la reacción positiva del reactivo.

El análisis de las lesiones peri-mortem ocasionadas por el elemento contuso, establece que, a mayor fuerza y a mayor velocidad, habrá presencia de equimosis ósea, y con la aplicación del reactivo luminol Bluestar Forensic en la

región afectada, corrobora positivamente la presencia de sangre y/o restos hemáticos; logrando establecer de forma eficaz lesiones de tipo peri-mortem y post-mortem. (Humpiri, 2008).

En el estudio se evaluó lesiones peri-mortem ocasionadas por un objetivo contuso que fue una comba, el golpe contuso se dio por la misma persona, con el mismo instrumento; y con la aplicación del reactivo Bluestar en el área de la lesión ósea y su reacción positiva del mismo se corroboró la presencia de impregnaciones hematológicas que se pueden producir antes de la muerte y así lograr establecer la manera en como se pudo producir la misma.

Por otra parte, el luminol Bluestar Forensic no reacciona al ser aplicado en un pollo que fue golpeado después de la muerte; si bien es cierto, que lo ideal sería trabajar con cabezas de chanco, se tendría que evaluar muchos factores como la fuerza del golpe, el tipo de objeto contuso, el tiempo y la muestra; sin embargo, es un reto para los futuros investigadores mejorar la investigación para aportar científicamente en el tema de traumatología forense de tipo peri-mortem en la investigación forense. (Humpiri, 2008).

Según Humpiri el reactivo Bluestar no reacciona si el golpe contuso es dado después de la muerte además recomienda trabajar con cabezas de cerdos, es por ello que en nuestro trabajo se verificó que el golpe sea dado en el momento que los cerdos eran sacrificados en el camal, se tuvo en cuenta el instrumento para el golpe, que la persona que proporcione el golpe sea la misma y el tiempo en el cual se exhumaron las cabezas para obtener un buen resultado.

Los casos que impliquen la recuperación de cuerpos en avanzado estado de descomposición o esqueletizados, ya sea en superficie o enterrados en fosas, presentan un tipo de problemática diferente a los cuerpos encontrados a horas de a ver muertos. Normalmente, a medida que avanza el proceso de putrefacción, menor será la cantidad de información que podamos obtener. Es por eso que se consideran como la época del año en que se produjo la muerte, las características climáticas de la región, si el cuerpo fue dejado a la intemperie o si fue enterrado, si se utilizó ataúd y de qué tipo, fauna de la zona, grado de alcalinidad del suelo y tipos de lesiones que presente el individuo, con el objeto de su identificación y determinación de causa de muerte. (Fondebrider & Mendonça, 2001).

Una de las primeras preguntas que suele realizar un perito es el lapso que hubo entre la muerte de un individuo y el hallazgo de su cadáver. En general es muy difícil responder dicha pregunta debido a los pocos datos comparativos existentes y a los pocos trabajos científicos realizados sobre el tema, de esta forma con nuestra investigación se aporta un método, que en conjunto con otras evidencias, puede emplearse como herramienta forense para determinar la presencia de lesiones contusas en cadáveres putrefactos y así poder llegar a saber cómo se produjo la muerte del individuo.

V. CONCLUSIÓN

Con el método del reactivo Bluestar Forensic se logró determinar la presencia de impregnación hematológica presente en el tejido óseo del cráneo de cerdo después de 6 meses de haberse producido el golpe contuso en el tejido blando ubicado encima del área donde se observó la impregnación.

VI. RECOMENDACIONES

Se deben utilizar reactivos que se encuentran lejanos a su fecha de expiración, para evitar falsos positivos o falsos negativos en las técnicas utilizadas.

Se recomienda aplicar un estricto control sobre el material óseo sometido a lavado, para evitar el contacto con algunas de las sustancias químicas que alteren la capacidad de respuesta al Bluestar Forensic.

Es indispensable contar con una cámara fotográfica en el momento de la aplicación del Bluestar Forensic, para ubicar los puntos o manchas de color azul brillante en el momento de tomar las fotografías. Con las siguientes características: Lente de 24 mm, Película ASA 400, Cámara sobre un trípode, Abertura de 2.8, Exposición de 30 segundos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Blum L. J, Philippe Espernca, Stephanie Rocquefelte. New high performance reagent and procedure for latent bloodstain detection based on luminol chemiluminescence. Forensic Sci. 2006. Vol.39 N° 3 pp. 81 -100.

Brunner, LS, Suddarth, DS. Enfermería Médico-Quirúrgica. 9ª Ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2002

Carrea Palao R. Medicina Legal. Perú: A.F.A. Editores Importadores. S.A.; 2008.

Castelló A, Verdú F, Alvarez S, Feucht M. Development of Latent stains: effectiveness of luminol and evaluation of its effect on DNA analysis. Cuadernos de Medicina Forense. Sevilla, España. 2002.

Cedrón Juan Carlos. El Luminol. Rev de Química PUCP. 2011; 25:1-2.

Chemello. E. Ciencia Forense: Manchas de Sangre. Química Virtual. Rio de Janeiro. 2007.

Dawn W, Kinf C. Brown M. Bluestar. A Comparison of visual enhancement chemicals for the recovery of possible blood stains at the crime scene. Blood detection. Evidence technology magazine, April 2006; (2): 2.
Disponible en: www.bluestar-forensic.com/gb/download.php

Donell, Herbert. "Patrones de Manchas de Sangre (Bloodstain Patterns)". 2^{da} Ed. 2005.

Fondebrider L, Mendonça M. Protocolo modelo para la investigación forense de muertes sospechosas de haberse producido por violación de los derechos humanos. México: Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, 2001.

Hoke N, Grigat A, Grupe G, Harbeck M. Reconsideration of Bone Postmortem Interval Estimation by UV-induced Autofluorescence. Forensic Science International [Internet]. 2013 [Citado 07 Jul 2014]; 228: 59 - 63.
Disponible en: www.elsevier.com/locate/forensic
<http://roskiencia.wordpress.com/2013/03/del-04/quimioluminiscencia-elluminol/>

Humpiri D. Aplicación del reactivo Luminol para el establecimiento de traumas de tipo peri- mortem y post-mortem ocasionados por elemento contuso en muestras de tejido óseo en aporte a la investigación forense. [Internet]. Perú: Lima. 8 de Abril del 2008; acceso 25 de Mayo del 2015.

Disponible en:
<http://dannyhumpiremolina.blogspot.com/2013/04/aplicacion-del-reactivo-luminol-para-el.html>

Matthew E. Johlt. "Química e Investigación Criminal". (Versión española traducida por José Costa López) Barcelona. 2008.

Montalvo Arenas C. Biología Celular e Histología Médica. Tejido Óseo. México. 2010.

Disponible en: http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/PDF/Portal%20de%20Recursos%20en%20Linea/Apuntes/tejido_oseo_2010.pdf

Patitó Jose Angel. Medicina Legal. 6ta. ed. Argentina: Ediciones Centro Norte; 2000.

Quintanilla Reavatta RJ. Factores de la inspección criminalística que determinan la Calidad de la investigación de la escena del crimen y su importancia en el nuevo modelo procesal penal peruano. [tesis de Maestría]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Derecho y Ciencia Política; 2011.

Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/07/03/Saquiche-Ligia.pdf>

Rojó José M. Análisis descriptivos y exploratorios de datos. Instituto de Economía y Geografía. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 2006.

Sanquiche L. Fotografía forense: Uso de la fotografía digital en las escenas del crimen de delitos contra la vida. [tesis de Grado]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. 2013.

PAGINAS WEB:

<http://www.bluestar-forensic.com>

www.cienciaforense.cl/csi

ANEXOS

TABLA N° 02: Estadísticos Descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	t
Área de la lesión a nivel óseo (cm ²)	15	.00	31.00	20.1333	8.05221	64.838	-1.092	0
Área de la reacción con luminol en hueso (cm ²)	15	.00	13.00	6.9333	3.23964	10.495	-0.295	0
N válido (Según lista)	15							

TABLA N° 03: Correlación de Pearson entre el Área de Lesión Ósea y el Área de Reacción de Bluestar.

		Área de la lesión a nivel óseo (en centímetros cuadrados)	Área de la reacción con Bluestar en hueso (en centímetros cuadrados)
Área de la lesión a nivel óseo (en centímetros cuadrados)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 15	0.953(**) .000 15
Área de la reacción con Bluestar en hueso (en centímetros cuadrados)	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0.953(**) .000 15	1 15

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).



Figura N° 12: Instalaciones del Camal Municipal de Piura.



Figura N° 13: Instrumento con el que se aplicaron los golpes contusos.



Figura N° 14: Corral donde se encuentran los cerdos antes de ser sacrificados.

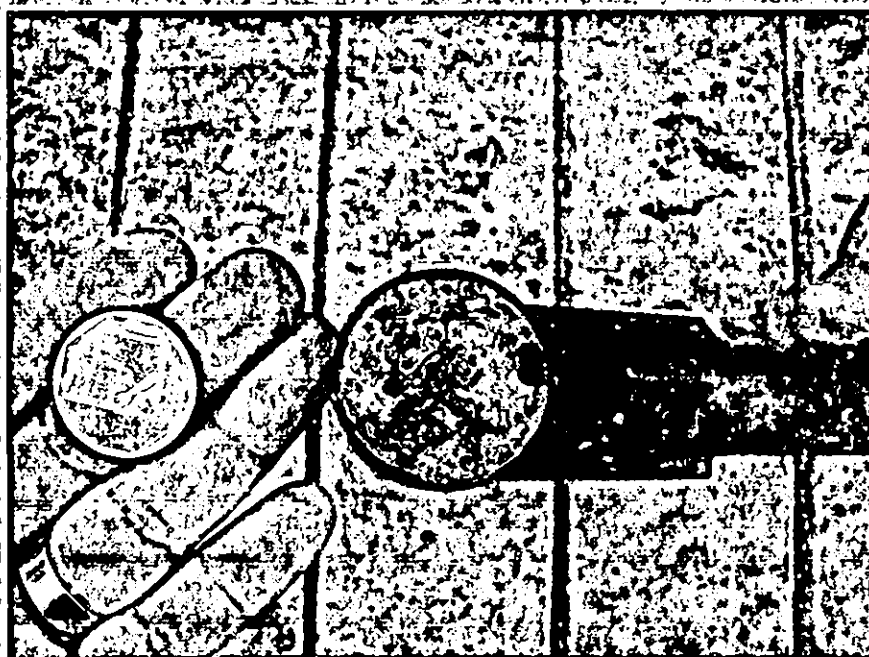


Figura N° 15: Comba, instrumento con el que se aplicaron los golpes contusos.

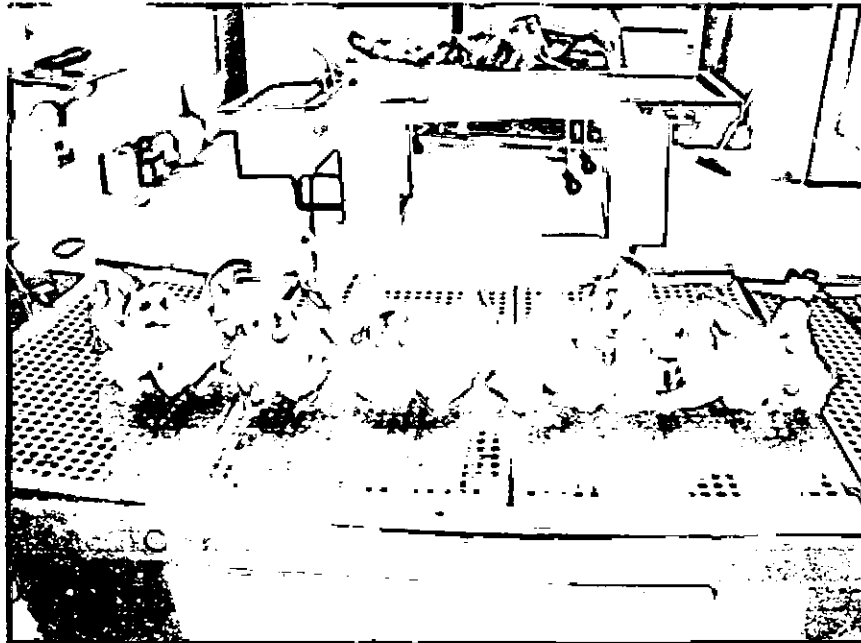


Figura N° 16: Cabezas de cerdo en las Instalaciones de la Morgue.

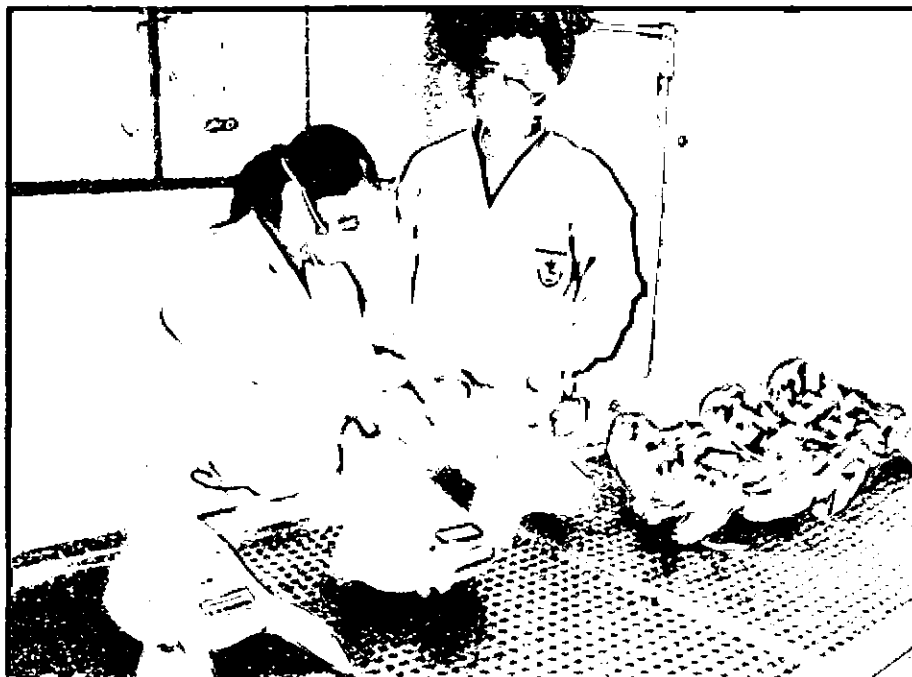


Figura N°17: Verificando la fractura en las cabezas de Cerdo.

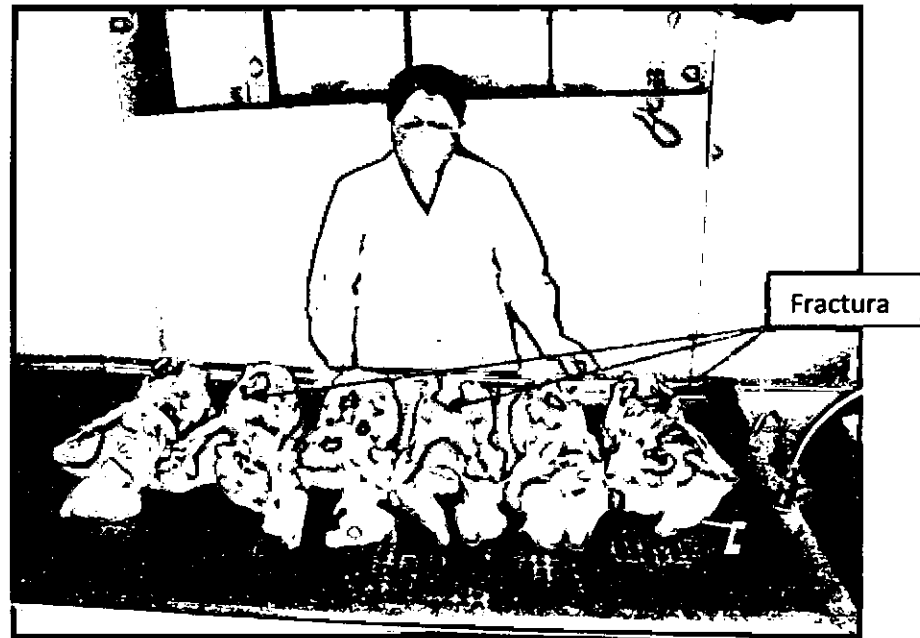


Figura N° 18: Cabezas de cerdo donde se observa la fractura.



Figura N° 19: Cajas en las que se colocaron las cabezas para simular la inhumación.



Figura N° 20: Cabeza de *Sus scrofa domestica*.en la caja de madera.

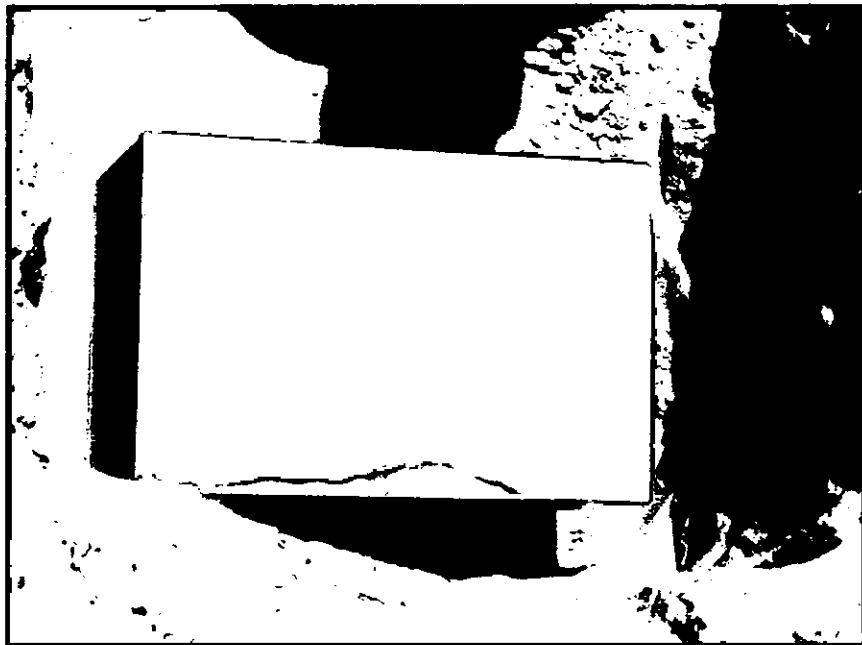


Figura N° 21: Inhumación de cabezas de *Sus scrofa domestica*.



Figura N° 22: Lugar donde se realizó la inhumación perteneciente al Departamento de Ciencias Biológicas.



Figura N° 23: Exhumación de las cabezas de *Sus scrofa domestica*.



Figura N° 24: Exhumación de las cabezas de *Sus scrofa domestica*.



Figura N° 25: Lavando el cráneo.

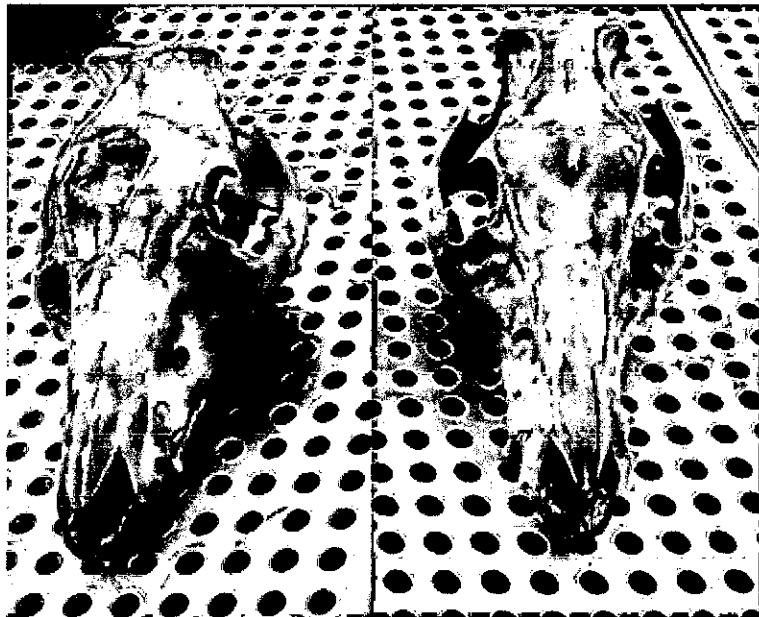


Figura N° 26: Cráneos de *Sus scrofa domestica* lavados.

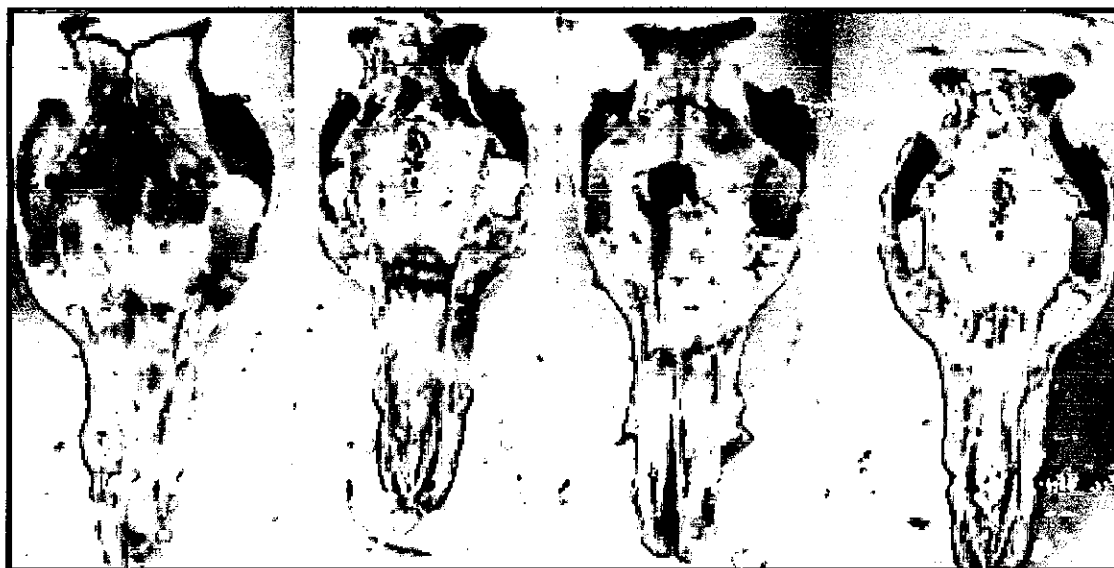


Figura N° 27: Restos óseos de *Sus scrofa domestica* secos.

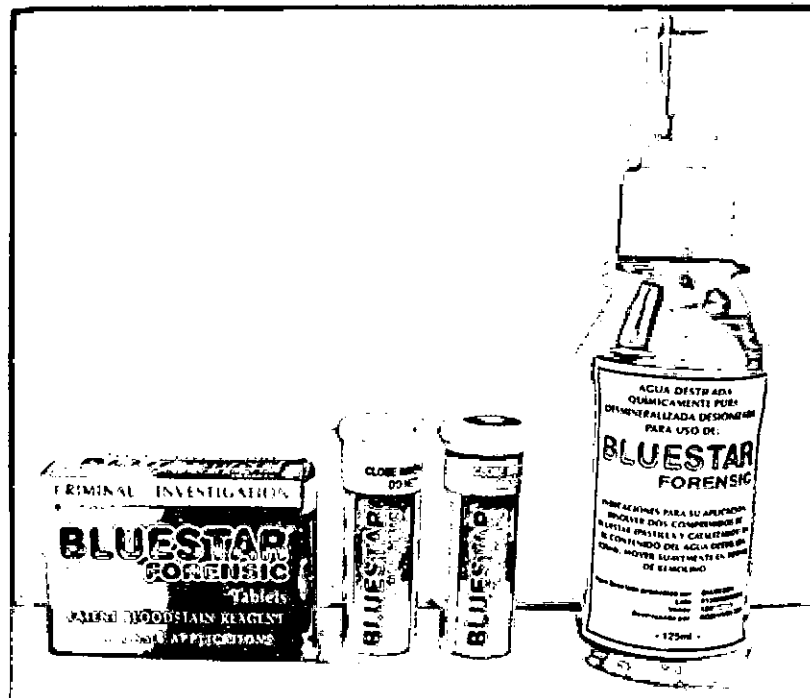


Figura N° 28: Kit de Reactivo Bluestar Forensic.